



Document No.: P2001,0011

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

By: 

Date: March 7, 2002

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Alfred Kersch
Appl. No. : 10/047,814
Filed : January 15, 2002
Title : Reaction Chamber for Processing a Substrate Wafer, and
Method for Operating the Chamber

CLAIM FOR PRIORITY


Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 01 548.8 filed January 15, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,



GREGORY L. MAYBACK
REG NO. 40,719

Date: March 7, 2002

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/mjb

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 01 548.8

Anmeldetag: 15. Januar 2001

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE

Bezeichnung: Reaktionskammer zur Bearbeitung einer Substratscheibe und Verfahren zum Betrieb derselben

IPC: C 23 C 16/455

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Januar 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Jeroisky

Beschreibung

Reaktionskammer zur Bearbeitung einer Substratscheibe und
Verfahren zum Betrieb derselben

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Reaktionskammer zur
Bearbeitung einer Substratscheibe, mit einem Scheibenhalter
zur Aufnahme der Substratscheibe, einer oberhalb des Schei-
benhalters angeordneten Konvektionsplatte zur Unterdrückung
10 von Konvektionsbewegungen über der Substratscheibe und einer
an einer Seitenfläche der Reaktionskammer angeordneten Gas-
verteilerplatte zur Verteilung einströmender Prozeß- oder
Spülgase.

15 In der Halbleiterfertigung wird eine immer größere Zahl von
thermisch aktivierten Prozessen, wie z. B. Ausheilen, thermi-
sche Oxidation oder auch CVD (Chemical Vapour Deposition) in
Einscheibenanlagen durchgeführt. Ein Grund dafür liegt darin,
daß der im Vergleich zum Batchbetrieb geringere Durchsatz bei
20 höherer Temperatur durch eine kürzere Prozeßzeit kompensiert
oder sogar überkompensiert werden kann. Dieser Trend ver-
stärkt sich bei Übergang zu größeren Scheibendurchmessern
beispielsweise von 200 mm auf 300 mm wesentlich. Ein weiterer
Grund in darin zu suchen, daß in Einscheibenprozessen oft ex-
25 klusive Prozeßbedingungen vorliegenden, die eine Stapelpro-
zessierung nicht mehr in Frage kommen lassen.

Ein grundlegendes Problem ist bei solchen Prozessen das Er-
reichen einer gleichförmigen Temperatur über der zu bearbei-
30 tenden Substratscheibe, insbesondere bei Scheiben mit großen
Durchmessern von 200 - 300 mm, wie sie in der Halbleiterfer-
tigung zunehmend verwendet werden. Dieses Problem wurde mit
Konvektionsbewegungen in Verbindung gebracht, die durch un-
terschiedliche Temperaturen an der Substratscheibe und an den
35 Wänden der Reaktionskammer verursacht werden. Zur Unterdrük-
kung dieser Konvektionsbewegungen wird in der DE-A-19747164
vorgeschlagen, oberhalb der Substratscheibe eine Konvektions-

platte anzuordnen, die im Fall eines rotierbaren Scheibenhalters gemeinsam mit diesem rotierbar ist. Um die Konvektionsbewegungen wirksam unterdrücken zu können, darf der Abstand zwischen Konvektionsplatte und Scheibenhalter nicht zu groß gewählt werden. Bevorzugt beträgt der Abstand zwischen 5 und 10 mm. In diesem Bereich sind die Konvektionsbewegungen wirksam eliminiert, ohne daß Wechselwirkungen zwischen Substratscheibe und Konvektionsplatte auftreten.

- 10 Um eine bessere Prozeßgleichförmigkeit zu erzielen, ist die zu bearbeitende Substratscheibe auf einer tellerförmigen Trägerplatte montiert, die mit einer Rotationsgeschwindigkeit von typischerweise 10 - 100 upm (Umdrehungen pro Minute) rotiert wird. Dabei befindet sich die Substratscheibe mit der
- 15 Trägerplatte in der Regel während der gesamten Dauer des Prozeßzyklus in Rotation. Nur zum Beladen und Entladen der Substratscheibe wird die Rotation angehalten.

- Zur Zuführung von Prozeß- und Spülgasen weisen derartige Reaktionskammern oft einen Gaseinlaß in Form einer Gasverteilerplatte auf, welche das Gas möglichst gleichmäßig über eine gesamte Seitenfläche der Kammer verteilt. Dies wird üblicherweise durch eine Anordnung von Öffnungen erreicht, die gleichmäßig über die Gasverteilerplatte verteilt sind. Nach
- 25 Beendigung eines Bearbeitungsschrittes wird das Prozeßgas über einen an der gegenüberliegenden Seite der Reaktionskammer angeordneten Gasauslaß abgesaugt, und die Kammer wird, falls notwendig, mit einem Spülgas gespült.

- 30 Beispielsweise wird bei einem Einscheiben RTP (Rapid Thermal Processing)-Reaktor, der unter anderem zur RTO (Rapid Thermal Oxidation) eingesetzt wird, die Reaktionskammer nach dem Oxidationsvorgang mit Stickstoff gespült. Eine möglichst vollständige Entfernung des Sauerstoffes ist dabei eine wesentliche Voraussetzung für eine hohe Ausbeute bei den nächsten
- 35 Schritten des Prozeßzyklus. Da der Durchsatz einer solchen Anlage erheblich von der Spülzeit mitbestimmt wird, ist es

wesentlich, die Spülzeit bis zum Erreichen einer akzeptablen Sauerstoffkonzentration zu minimieren.

In der oben beschriebenen Reaktionskammer trat nun nach der
5 Einführung einer Konvektionsplatte zum Erreichen einer größeren Temperaturgleichförmigkeit über der Substratscheibe das Problem auf, daß die Spülzeit deutlich verlängert werden mußte um den Sauerstoff aus der Kammer zu entfernen. Nachdem eine Erhöhung des Spülflusses bis auf etwa 100 slm (Standard
10 Liters per Minute) nicht zu einer ausreichenden Abführung des Sauerstoffes führte, mußte die Spülzeit von zuvor wenigen Sekunden bis auf eine Zeitdauer von einer Minute erhöht werden. Eine derart lange Spülzeit stellt jedoch bereits einen wesentlichen Teil der gesamten Prozeßzeit dar und ist somit
15 wirtschaftlich nicht akzeptabel.

Hier setzt die Erfindung an. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Reaktionskammer derart weiterzuentwickeln, daß im Anschluß an einen Behandlungsschritt ein gründlicher Spülschritt schnell durchgeführt werden kann. Darüber
20 hinaus soll ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Reaktionskammer angegeben werden.

25 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Reaktionskammer nach Anspruch 1 sowie das Verfahren nach Anspruch 9 gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

30 Erfindungsgemäß weist eine gattungsgemäße Reaktionskammer eine an der Gasverteilerplatte angebrachte Strömungsplatte auf, die sich im wesentlichen in einer Ebene senkrecht zur Gasverteilerplatte erstreckt.

35 Es wurde durch den gegenwärtigen Erfinder gefunden, daß die unzureichende Gasspülung in gattungsgemäßen Reaktionskammern vor allem den Bereich zwischen der Substratscheibe und der

Konvektionsplatte betrifft und von einer walzenförmigen Zirkulationsbewegung vor der Gasverteilerplatte herrührt. Bei der Geometrie der herkömmlichen Reaktionskammer hat die Gasströmung dann die Neigung, wegen des geringeren Strömungswiderstandes an den Seiten des Stapels Scheibenhalter/Substratscheibe/Konvektionsplatte vom Gaseinlaß zum Gaseinlaß zu laufen. Es resultiert eine Rezirkulationsbewegung zwischen den Platten, die zu geschlossenen Flußlinien und damit zu Bereichen, in denen Gase relativ lange Zeit gefangen sind, führt.

Es hat sich weiter gezeigt, daß dieser Effekt durch die Rotationsbewegung der Platten, die in der Regel auch während des Spülvorgangs stattfindet, noch gesteigert wird. Dazu kommt, daß der Abstand zwischen dem Scheibenhalter und der Konvektionsplatte relativ klein gehalten werden muß, um die Konvektionsbewegungen über der Substratscheibe unterdrücken zu können. Daraus resultiert ein relativ hoher Strömungswiderstand für den Fluß zwischen Substratscheibe und Konvektionsplatte, der die vorgenannte Problematik verstärkt.

Die genannte Zirkulationsbewegung wird durch die nunmehr zusätzlich vorgesehene Strömungsplatte unterdrückt und die Gasströmung vermehrt in den Bereich zwischen Substratscheibe und Konvektionsplatte geführt. Durch die veränderten Strömungsverhältnisse in der Reaktionskammer gelangt das Spülgas besser in den besonders kritischen Bereich zwischen Substratscheibe und Konvektionsplatte, was die erforderliche Spülzeit deutlich verkürzt.

Bevorzugt wird die Strömungsplatte etwa in Höhe der Konvektionsplatte an der Gasverteilerplatte angebracht, so daß sich die Strömungsplatte von der Gasverteilerplatte zur Konvektionsplatte hin erstreckt und nur einen relativ kleinen Zwischenraum für durchströmendes Gas läßt. Dadurch wird die Gasströmung besonders effektiv in den Raum zwischen Substratscheibe und Konvektionsplatte geführt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Zwischenraum zwischen Strömungsplatte und Konvektionsplatte groß genug, daß ausreichend Spülgas durch diesen Zwischenraum in den Bereich oberhalb der Konvektionsplatte gelangt, um auch dort eine ausreichende Spülwirkung zu erzielen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Verlauf der kammerinneren Kante der Strömungsplatte der Form der Konvektionsplatte angepaßt, derart, daß über einen weiten Bereich ein gleichmäßiger Abstand zwischen Konvektionsplatte und Strömungsplatte erreicht wird. Ist beispielsweise die Konvektionsplatte kreisförmig, so kann die Strömungsplatte die Form eines Rechtecks mit einer kreissegmentförmigen Aussparung aufweisen. Durch diese Maßnahme wird ersichtlich ein besonders großer Anteil der Gasströmung in den Bereich zwischen der Substratscheibe und der Konvektionsplatte geführt, allerdings nimmt bei abnehmendem Abstand zwischen Strömungsplatte und Konvektionsplatte auch der Spülgasfluß in den Bereich oberhalb der Konvektionsplatte ab. Form und Größe der Strömungsplatte werden daher zweckmäßig so auf die Geometrie der Reaktionskammer abgestimmt, daß sowohl in den Bereich zwischen Substratscheibe und Konvektionsplatte, als auch in den Bereich oberhalb der Konvektionsplatte ausreichend Spülgas gelangt.

Zweckmäßig weist die Gasverteilerplatte eine Mehrzahl von über die Plattenflächen verteilte Gasaustrittsöffnungen auf. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Gasaustrittsöffnungen ausschließlich in dem Bereich unterhalb der Strömungsplatte angeordnet, so daß Prozeß- und Spülgase nur unterhalb der Strömungsplatte in die Reaktionskammer einströmen. Dies kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn der Abstand zwischen Strömungsplatte und Konvektionsplatte so groß ist, daß von unten ausreichend Spülgas in den Raum oberhalb der Konvektionsplatte gelangt. Ist dieser Zwischenraum jedoch klein, ist es meist vorteilhafter, auch oberhalb der

Strömungsplatte Gasaustrittsöffnungen in der Gasverteilerplatte vorzusehen.

Da die Substratscheibe in der Regel von der Oberseite und/oder Unterseite mit einem Lampenfeld beheizt wird, ist es vorteilhaft, die Gasverteilerplatte und/oder die Strömungsplatte aus Quarzglas auszubilden. Es kann weiterhin zweckmäßig sein, die Gasverteilerplatte und die Strömungsplatte einstückig zu fertigen.

10

Im Betrieb wird eine Substratscheibe in der Reaktionskammer bearbeitet, indem eine Substratscheibe in die Kammer eingebracht wird, ein Prozeßgas wie beispielsweise Sauerstoff der Kammer zugeführt wird, ein Bearbeitungsschritt an der Substratscheibe, beispielsweise eine RTO durchgeführt wird, und anschließend die Kammer durch Zuführen eines Spülgases, wie beispielsweise Stickstoff, über die Gasverteilerplatte gespült wird.

15

Bevorzugt wird zur Erhöhung der Prozeßuniformität der Scheibenhalter während des Durchführens des Bearbeitungsschrittes rotiert. Für den Schritt des Spülens der Kammer hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn die Rotation der Substratscheibe während des Spülens der Kammer abgeschaltet wird.

20

25

Obwohl nachfolgend überwiegend auf die Benutzung der Reaktionskammer im Zusammenhang mit der Halbleiterfertigung abgestellt, ist die beschriebene Reaktionskammer zur Bearbeitung einer Substratscheibe und das Verfahren zum Betrieb derselben auch bei der Abscheidung dünner Schichten auf Substraten aus Glas oder Kunststoff einsetzbar.

30

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung der Ausführungsbeispiele und der Zeichnungen.

35

Nachfolgend soll die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei sind jeweils nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt, wobei die Abmessungen in den Figuren nicht maßstäblich sind. Es zeigt

Figur 1 einen Schnitt einer Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung;

10 Figur 2 eine Aufsicht auf die in Figur 1 gezeigte Ausführungsform;

Figur 3 eine Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung;

15

Figur 4 eine Aufsicht auf die in Figur 3 dargestellte Ausführungsform.

Figur 1 zeigt einen Einscheiben-RTP-Reaktor 10, der unter anderem zur RTO eingesetzt wird. Ein Wafer 16 ist über Pins 14 auf einer Rotationsplatte 12 abgelegt. Der Wafer 16 wird von der Ober- und Unterseite von einer Reihe nicht gezeigter Lampen beheizt, die von dem Kammerinneren durch Quarzplatten 18 abgetrennt sind. Zur Unterdrückung von durch die Aufheizung hervorgerufenen Konvektionsbewegungen auf dem Wafer 16 ist oberhalb des Wafers, im Abstand von einigen Millimetern eine Konvektionsplatte 40 angeordnet.

Die Prozeß- und Spülgase strömen durch einen Gaseinlaß ein, der an einer Seite der Kammer durch die Gasverteilerplatte 20 gebildet ist. Die Gasverteilerplatte 20 weist eine Vielzahl von regelmäßig über die Fläche der Platte verteilte Öffnungen 22 auf. In der Höhe der Konvektionsplatte 40 ist an der Gasverteilerplatte 20 eine rechteckige Strömungsplatte 30 angebracht, die sich in einer Ebene senkrecht zur Gasverteilerplatte in Richtung auf die Konvektionsplatte 40 hin erstreckt. Zwischen Strömungsplatte 30 und Konvektionsplatte 40

ist ein ausreichend großer Zwischenraum 34 gelassen, so daß oberhalb der Strömungsplatte 30 keine Öffnungen in der Gasverteilerplatte vorgesehen sind.

- 5 Im Betrieb wird nach dem Durchführen der Oxidation das Innere der Reaktionskammer 10 mit Stickstoff gespült. Die Strömungsrichtung des einströmenden Stickstoffgases ist in Figur 1 schematisch mit dem Bezugszeichen 24 gekennzeichnet. Die Strömungsplatte 30 stellt durch ihre Form und Anordnung sicher, daß eine ausreichende Menge Spülgas in den Bereich 32 zwischen dem Wafer 16 und der Konvektionsplatte 40 geführt wird. Das Spülgas und das abgezogene Prozeßgas verlassen die Kammer über den Gasauslaß 26.
- 15 Die verbesserte Spülung insbesondere im Bereich zwischen Wafer 16 und Konvektionsplatte 40 wurde auch in dreidimensionalen transienten Simulationen des Spülvorgangs bestätigt. Dabei wurde die Geometrie der Reaktionskammer in einem Modell nachgebildet und die Strömungsprozesse numerisch simuliert.
- 20 Als Simulationsergebnis wird die räumliche Verteilung von Prozeß- und Spülgas als Funktion der Spülzeit erhalten.

Figuren 3 und 4 zeigen eine weitere Ausführungsform, bei der die Strömungsplatte 130 eine deutlich größere Fläche einnimmt. Um den Zwischenraum 134 zwischen der Konvektionsplatte und der Strömungsplatte klein und gleichmäßig zu halten, ist die Strömungsplatte 130 in ihrer Form der scheibenförmigen Konvektionsplatte 40 angepaßt und hat die Form eines Rechtecks mit einer kreissegmentförmigen Aussparung. Dadurch wird ein gleichförmiger geringer Abstand zwischen der kammerinneren Kante 136 der Strömungsplatte 130 und der Konvektionsplatte 40 erreicht, so daß ein großer Anteil des einströmenden Spülgases in den Bereich 32 zwischen Substratscheibe und Konvektionsplatte 40 geführt wird.

35

Bei dieser Ausführungsform ist der Anteil der Gasströmung 124, der von unten über den Zwischenraum 134 in den Bereich

oberhalb der Konvektionsplatte 40 gelangt, gering. Dabei sind in der Gasverteilerplatte 120 neben den Öffnungen 122 auch oberhalb der Strömungsplatte 130 Öffnungen 123 vorgesehen, die eine ausreichende Spülung des oberhalb der Konvektionsplatte 40 gelegenen Bereiches sicherstellen.

Insgesamt wurde durch die Einführung der Strömungsplatte 30 oder 130 eine deutliche Verringerung der erforderlichen Spülzeit erreicht, beispielsweise von einer Zeit von einer Minute auf eine Zeit von unterhalb 20 Sekunden.

Eine weitere Verbesserung des Spülverhaltens wurde dadurch erzielt, daß die üblicherweise während des ganzen Prozeßzyklus laufende Rotation des Scheibenhalters während des Spülvorgangs abgeschaltet wurde. Beispielsweise wurde die Rotation innerhalb der ersten sechs Sekunden des Spülvorgangs linear von 60 upm auf 0 upm reduziert. Dadurch ergaben sich besonders günstige Spülergebnisse und kurze Spülzeiten.

Patentansprüche

1. Reaktionskammer zur Bearbeitung einer Substratscheibe, mit
- einem Scheibenhalter (12) zur Aufnahme der Substratscheibe
5 (16),
- einer oberhalb des Scheibenhalters (12) angeordneten Konvektionsplatte (40) zur Unterdrückung von Konvektionsbewegungen über der Substratscheibe (16) und
- einer an einer Seitenfläche der Reaktionskammer angeordneten
10 Gasverteilerplatte (20; 120) zur Verteilung einströmender Prozeß- oder Spülgase,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine an der Gasverteilerplatte (20; 120) angebrachte Strömungsplatte (30; 130), die sich im wesentlichen in einer Ebene
15 senkrecht zur Gasverteilerplatte (20; 120) erstreckt.

2. Reaktionskammer nach Anspruch 1, bei der die Strömungsplatte (30; 130) etwa in Höhe der Konvektionsplatte (40) an der Gasverteilerplatte (20; 120) angebracht ist.

3. Reaktionskammer nach Anspruch 2, bei der sich die Strömungsplatte (30; 130) bis nahe an die Konvektionsplatte (40) erstreckt.

4. Reaktionskammer nach einem der vorigen Ansprüche, bei der der Verlauf der kammerinneren Kante (136) der Strömungsplatte (130) der Form der Konvektionsplatte (40) angepaßt ist, um einen gleichmäßigen Abstand zwischen Konvektionsplatte (40) und Strömungsplatte (130) zu erreichen.

5. Reaktionskammer nach einem der vorigen Ansprüche, bei der die Gasverteilerplatte (20; 120) eine Mehrzahl von über die Plattenfläche verteilte Gasaustrittsöffnungen (22; 122, 123) aufweist.

6. Reaktionskammer nach Anspruch 5 , bei der die Gasverteilerplatte (20) Gasaustrittsöffnungen (22) nur unterhalb der Strömungsplatte (30) aufweist.

5 7. Reaktionskammer nach einem der vorigen Ansprüche, bei der die Gasverteilerplatte (20; 120) und/oder die Strömungsplatte (30; 130) aus Quarz bestehen.

10 8. Reaktionskammer nach einem der vorigen Ansprüche, bei der die Gasverteilerplatte (20; 120) und die Strömungsplatte (30; 130) einstückig gefertigt sind.

15 9. Verfahren zur Bearbeitung einer Substratscheibe in einer Reaktionskammer nach einem der vorigen Ansprüche, mit den Schritten:

- Einbringen einer Substratscheibe in die Kammer;
 - Zuführen eines Prozeßgases in die Kammer;
 - Durchführen eines Bearbeitungsschrittes an der Substratscheibe; und
- 20 - Spülen der Kammer durch Zuführen eines Spülgases über die Gasverteilerplatte.

25 10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem der Scheibenhalter während des Durchführen des Bearbeitungsschrittes an der Substratscheibe rotiert wird, und die Rotation der Substratscheibe während des Spülens der Kammer abgeschaltet wird.

Zusammenfassung

Reaktionskammer zur Bearbeitung einer Substratscheibe und
Verfahren zum Betrieb derselben

5

Bei einer Reaktionskammer zur Bearbeitung einer Substrat-
scheibe, mit einem Scheibenhalter (12) zur Aufnahme der Sub-
stratscheibe (16), einer oberhalb des Scheibenhalters (12)
angeordneten Konvektionsplatte (40) zur Unterdrückung von
10 Konvektionsbewegungen über der Substratscheibe (16) und
einer an einer Seitenfläche der Reaktionskammer angeordneten
Gasverteilerplatte (20) zur Verteilung einströmender Prozeß-
oder Spülgase ist eine an der Gasverteilerplatte (20) ange-
brachte Strömungsplatte (30) vorgesehen, die sich im wesent-
15 lichen in einer Ebene senkrecht zur Gasverteilerplatte (20;
120) erstreckt. Dadurch wird eine schnelle und effiziente
Spülung der Reaktionskammer ermöglicht.

Figur 1

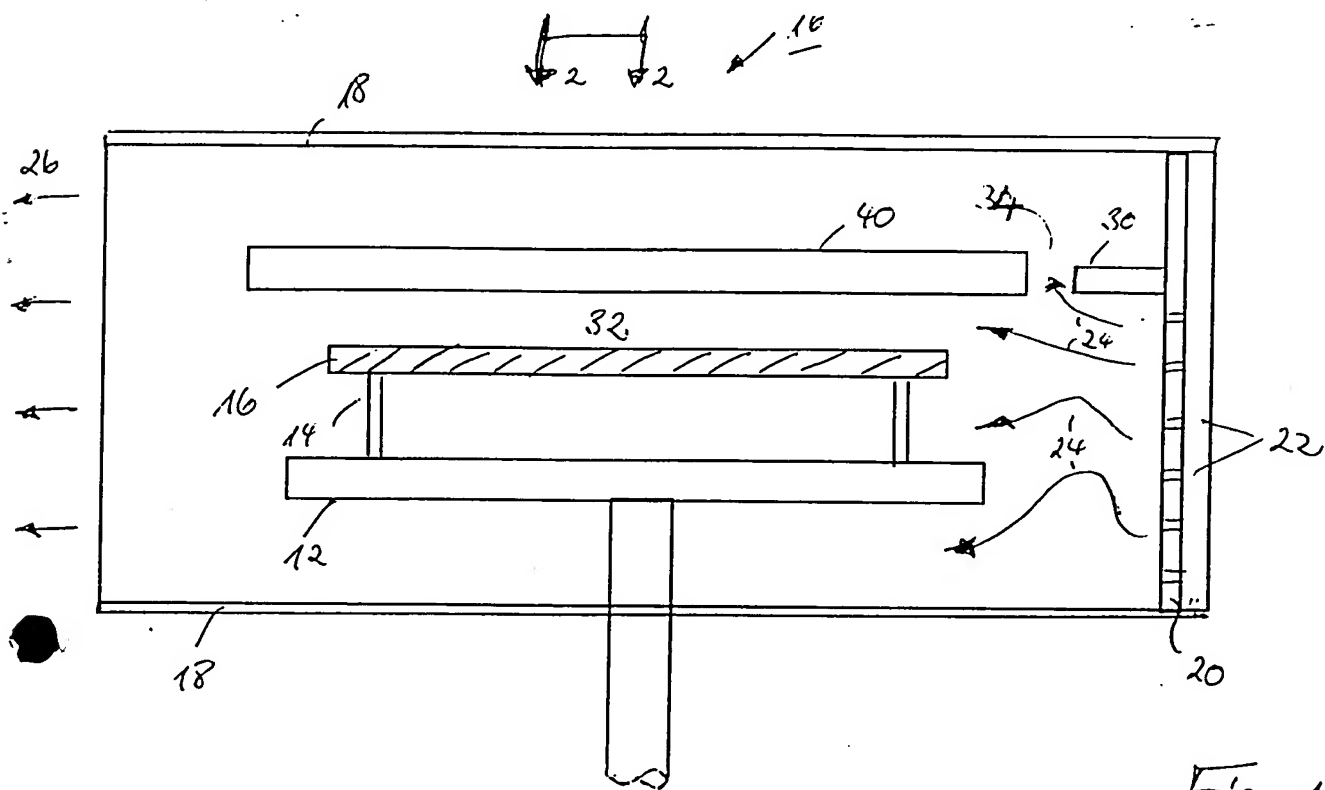


Fig 1

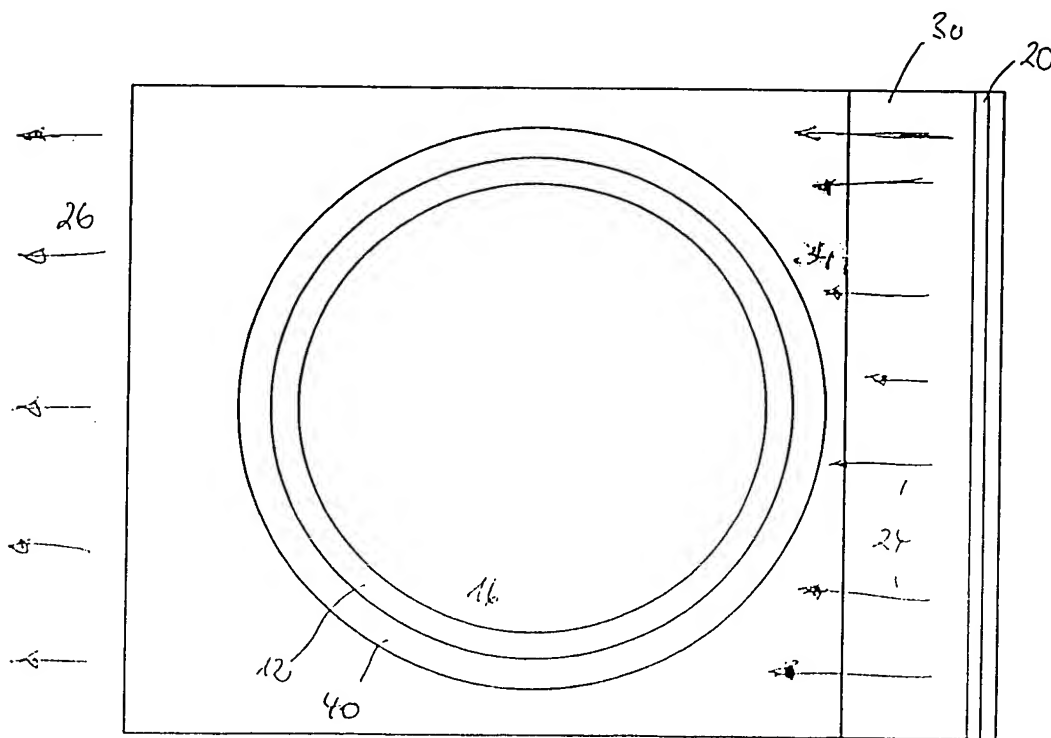


Fig 2

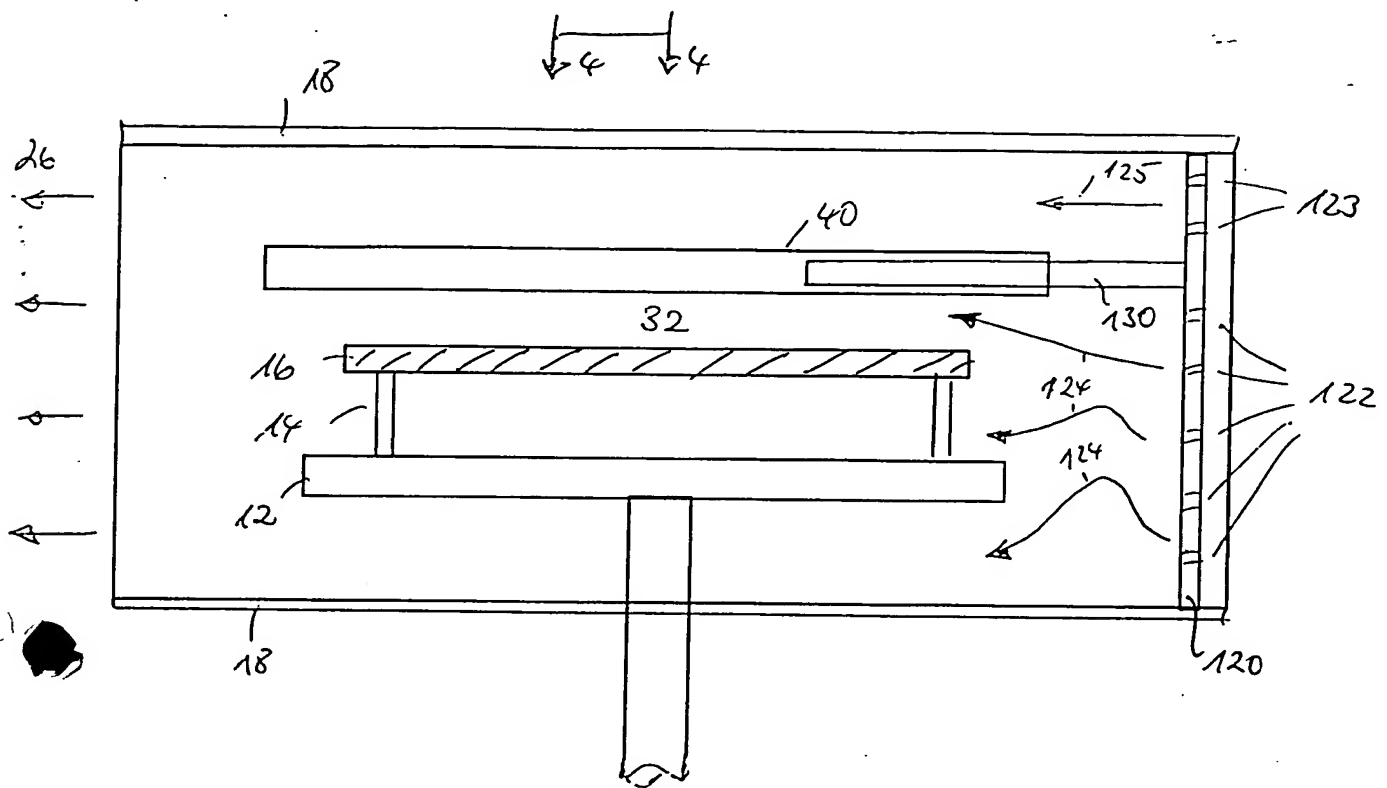


Fig 3

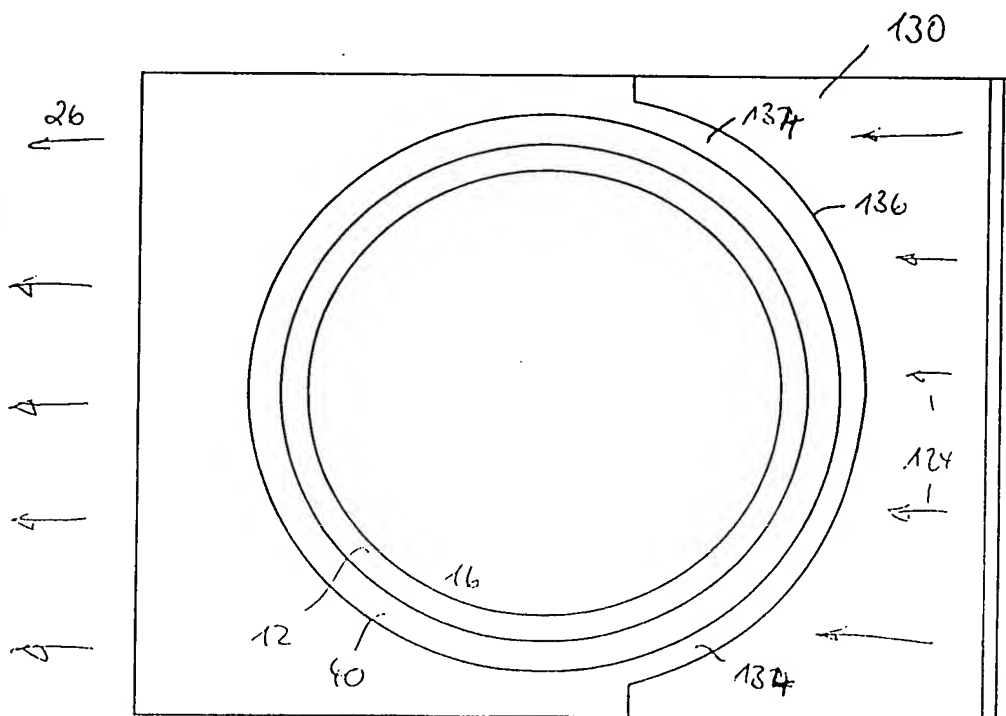


Fig 4